

# Primjena umjetne inteligencije u suvremenoj biljnoj proizvodnji

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Procjene Ujedinjenih naroda kazuju da će ljudska populacija na Zemlji do 2050. god. doseći brojku od deset milijardi te će potreba za hranom biti veća za oko 60 % u odnosu na trenutno stanje u kojem već imamo oko 800 milijuna gladnih. Poljoprivredne površine trenutno zauzimaju 40 - 50 % kopnene površine Zemlje, a osiguravaju više od 95 % potrebe u hrani, pri čemu je  $\sim\frac{1}{3}$  tala već degradirana i smanjene plodnosti te su žitarice, povrće i voće siromašnije hranjivim tvarima, vitaminima i biogenim elementima (tzv. *latentna glad* od koje trpi  $\sim 2$  milijarde ljudi) u odnosu na nekoliko desetljeća unazad. Zbog toga je zaustavljanje degradacije i smanjivanja poljoprivrednih površina (*erozijom, smanjivanjem plodnosti, prenamjenom poljoprivrednog tla* i dr.) akutan globalni problem za kojeg se mora pronaći što brže rješenje.

Gnojiva su esencijalni faktor rasta, razvoja i postizanja visokih prinosa u poljoprivrednoj proizvodnji, ali zbog njihove relativno niske agronomске učinkovitost uzrokovane brojnim *biotskim* (biljnim) i *abiotskim* (vanjskim) utjecajima velik je broj problema u okolišu, a nedostatna je proizvodnja hrane zbog niske efikasnosti standardne tehnologije gnojidbe. Održivo gospodarenje zemljištem jedno je od najvažnijih kriterija koji neposredno i/ili posredno utječu na kakvoću života te je zbog sve većeg onečišćenja okoliša već dulje vrijeme jasno kako se proizvodnja hrane mora temeljiti na *održivom upravljanju tлом* i većoj produktivnosti, bez onečišćenja okoliša i utjecaja na klimatske promjene, sigurnijoj proizvodnji hrane i naravno, bez bacanja hrane čija se vrijednost u EU procjenjuje na  $\sim 143$  milijarde € godišnje. To je potaknulo *UN da usvojio 17 ciljeva održivog razvoja*, s ciljem iskorjenjivanja gladi i ekstremnog siromaštva do 2030. godine, uz istovremeno očuvanje okoliša i globalne klime, koji podrazumijevaju održivu intenzifikaciju postojećeg poljoprivrednog zemljišta putem inovacija i suradnje između više sektora, a jedna od opcija za postizanje veće proizvodnje hrane svakako je poboljšanje strategije gnojidbe biljaka.

## Održiva proizvodnja hrane

Održiva proizvodnja hrane podrazumijeva nizak ili neškodljiv utjecaj na okoliš uz zadovoljavanje potreba u prehrani ljudi i prema *FAO organizaciji takva proizvodnja prilagođena je ekonomskim i sociološko-kulturnim dimenzijama svakog mjesta.* Međutim, postizanje visokih i stabilnih prinosa u suvremenoj primarnoj produkciji hrane temelji se na kontinuiranoj primjeni *agrokemikalija (sintetska ili mineralna gnojiva i zaštitna sredstva)* te *intenzivnoj obradi tla* i to se zasigurno neće promijeniti, barem ne u ovom vijeku, što neminovno utječe na degradaciju, degradira i onečišćuje tla kao i okoliš, smanjuje biološku raznolikost i neposredno utječe na integritet ljudi i svih drugih organizama (u tlu i okolišu) koji tamo žive.

Visoke doze gnojiva, osobito dušikom i fosforom potiču porast koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi i kvalitetu kopnenih voda. Budući da biljke nikad ne usvoje sva aplicirana hraniva, jedan dio se neminovno „izgubi“ u okolišu i predstavlja potencijalnu opasnost za tlo, vodu i atmosferu pa je najveći izazov unapređena gnojidbe učiniti ju efikasnijom, odnosno povećati usvajanje elemenata ishrane i smanjiti njihov zaostatak u tlu i/ili gubitak iz zone korijena (rizosfere) procesima ispiranja, retrogradacije, volatizacija, denitrifikacije, kemijske, fizičke i biološke fiksacije, što se odnosi podjednako na organska i mineralna gnojiva. Stoga je neophodno hitno promijeniti poljoprivrednu praksu u održivi sustav proizvodnje hrane, ali opće prihvaćanje takve promjene nije lako niti izvjesno u skoroj budućnosti. Razloga je više, od potrebe za više ulaganja, izradu i poštivanje boljih i jasnih pravila te kontrolu stanja tla i okoliša, ali i potrebe za mnogo više znanja o primjeni gnojiva i drugih agrokemikalija, plodoredu, sjetvi pokrovnih usjeva, obradi tla, navodnjavanju, integritetnoj ishrani i zaštiti bilja kao i o svim ostalim zahvatima koji pridonose zaštiti prirodnih resursa uz proizvodnju kvalitetne hrane.

## Suvremena tehnologija biljne proizvodnje

Trenutno je najveći izazov suvremene i održive biljne proizvodnje uravnoteženje produktivnosti (efektivne plodnosti) i profitabilnosti (isplativosti) uz visoku kvalitetu hrane sa zaštitom okoliša od onečišćenja i devastacije. Naime, visina prinosa usjeva kao i prehrambena kakvoća hrane veoma su složena svojstva koja ovise

o velikom broju *biotskih* (genetska svojstva biljne vrste i kultivara) i *abiotskih faktora* (agroekološki uvjeti, npr. raspoloživost vode i hraniva, kemijsko-fizikalna svojstva tla, klima, agrotehnika, odnosno način uzgoja i dr.) i njihove složene interakcije. Također, [visok prinos i kakvoća uroda rijetko kad idu zajedno](#), pa je proizvođač prisiljen podrediti svoju strategiju maksimizaciji pojedinih poželjnih svojstava uroda, a ne samo razmišljati o optimizaciji proizvodnje uz postizanje najvećeg profita. Smanjivanje inputa (npr. nižom potrošnjom agrokemikalija, reduciranjem obrade i dr.) samo je naizgled dobar prijedlog jer dovodi u opasnost visinu prinosa, posljedično i financijsku održivost, odnosno profitabilnost biljne proizvodnje što predstavlja ključni razlog za primjenu novih inovativnih tehnologija.

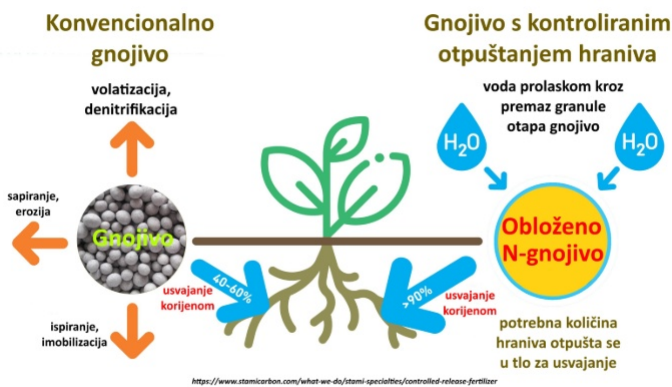
[Suvremena tehnološka rješenja](#) za sprečavanje onečišćenja okoliša gnojivima i pesticidima su mnogobrojna, od postavljanja senzora u tlo hranjivih, ali i štetnih tvari za okoliš, podzemne, površinske vode i atmosferu, redovne kemijske analize i kontrola plodnosti proizvodnih parcela, obaveznog poštivanja gnojidbenih preporuka pa sve do uporabe *bioloških* ([PGRP = Pant Growth Promoting Rhizobacteria](#) i [diazotrofnih N<sub>2</sub>-fiksirajućih bakterija](#)), [sporodjelujućih](#) i [bioformuliranih](#) (inkapsulacija mikroorganizama u nosivim materijalima), ali i „[pametnih gnojiva](#)“ te sofisticiranih digitalnih platformi za [preporuku gnojidbe](#), statusa hraniva u tlu i biljaka, vremenskih prilika, opasnosti od bolesti i štetočina i praćenje rasta i razvoja biljaka.

Osim poboljšanja gnojidbe (vrste i oblika hraniva te načina i vremena primjene) neophodno je korištenje sorti visokog prinosa tolerantnih na nepovoljne agroklimate i zemljišne uvjete koje daju i bolju [funkcionalnu hranu](#) (tzv. [biofortifikacija hrane](#)), bolju zaštitu koja će spriječiti napad patogena i štetočina te očuvati prinos, kao i poboljšanje racionalnog navodnjavanja koje štedi vodu koja je u mnogim regijama vrlo ograničen resurs, a [uz sve izraženije klimatske promjene](#), mnoge regije mogu očekivati [sve češće i jače suše](#). [Vrhunski prinosi i dobra kakvoća uroda u pravilu su rezultat optimiziranjem cjelokupne agrotehnike i prakse upravljanja, pa samo gnojidba, ma kako ona bila važna, nije dovoljna za dobivanje visokih i kvalitetnih prinosa](#). Agrotehnikom je moguće, manje ili više, kontrolirati agroekološke uvjete biljne proizvodnje, ali to nije često dovoljno efikasno, a niti isplativo. U suvremenoj biljnoj proizvodnji efikasnost gnojidbe, odnosno korištenje hranjivih elemenata iz gnojiva vrlo je niska zbog brojnih putova gubitaka te se procjenjuje [kako se 40 - 70 % dušika](#), 80 - 90 % fosfora, 50 - 70 % kalija i više od 95 % mikroelemenata primijenjenih gnojidbom biljke ne usvoje već se „izgube“ i onečišćuju okoliš ili se transformiraju do nepristupačnih oblika koje biljke ne mogu usvojiti neko vrijeme ili postanu potpuno nepristupačni za usvajanje. Npr., mineralna P-gnojiva u tlu [brzo retrogradiraju do tercijarnih kalcijevih fosfata](#) iz kojih se i proizvode, a rezerve nalazišta fosfata su ograničene i [postoji ozbiljna zabrinutost oko dostupnosti i cijene sirovih fosfata u budućnosti](#). Također, više od 50 % P unešenog gnojidbom u tlo se fiksira kao organski P i može povećati njegovu [rezidualnu frakciju](#) (neiskorištenu ili zaostalu u tlu nakon vegetacije) te je potrebno primijeniti ogromne količine konvencionalnog P gnojiva kako bi se održala potrebna raspoloživa razina fosfora u tlu.

[Efikasnost gnojidbe i bioraspoloživost hraniva iz tla je vrlo složeno i višedimenzionalno svojstvo i najveći izazov za napredak suvremene ishrane bilja jer integrira napredak više znanstvenih disciplina](#), posebice genetike, agrokemije, fiziologije i ekofiziologije bilja. [Moguća visina prinosa nekog usjeva, u konkretnom agroekološkom području, determinirana je fizičkim okolišem, intenzitetom sunčeve radijacije \(svjetlost i njen spektralni sastav, temperatura, duljina dana i brojem dana kada je vegetacija moguća\), raspoloživim vodom i hranivima u tlu](#). Za optimalnu gnojidbu moraju se utvrditi svojstva tla, njegova kemijska, fizikalna i biološka svojstva, dubina soluma, razina hranjivih sastojaka i potencijal prinosa za konkretno agroekološko područje, ali i [razina ulaganja za očekivanu profitabilnost koja ovisi i od cijene repromaterijala, kreditnih, tržišnih, agrotehničkih i dr. uvjeta](#). [Plodno tlo obično ima visok proizvodni potencijal za opskrbu uzgajanih biljaka neophodnim hranivima \(uključujući vodu i zrak tla\), a nedostatak hraniva i vode može se nadoknaditi navodnjavanjem, pravilnom obradom tla i pažljivo odabranim gnojivima](#). Održavanje plodnosti poljoprivrednih površina zahtjeva redovitu kontrolu plodnosti (analiza tla i biljaka, [procjena zemljišne pogodnosti](#), daljinska istraživanja i dr. suvremene metode), redovito vizualno nadgledanje, praćenje prinosa (po mogućnosti na svakom dijelu proizvodne parcele) i eliminiranje faktora minimuma mjerama popravke tla. [Upravljanje hranjivim tvarima u tlu jedan je od najvažnijih aspekata uspješne biljne proizvodnje](#) pa razumijevanje prirodnih zakonitosti biljnog rasta i tvorbe prinosa pomaže u optimizaciji gnojidbe i postizanju najvećeg mogućeg pri-

nosa u konkretnim agrološkim uvjetima (agronomskim, ekonomskim i agroekološkim). Dakle, poljoprivredni proizvođač mora unaprijed znati koliki može i/ili želi postići prinos, uz koje troškove, profit ili eventualno gubitak.

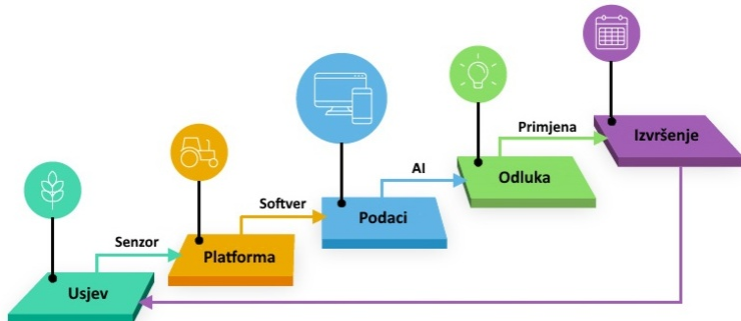
Premda se već dulje vrijeme koriste gnojiva sa sporim otpuštanjem hraniva (gnojiva s polimernim premazom, smolom, talinom sumpora i drugim sporo razgradivim materijalima, s dodatkom *inhibitora nitrifikacije* i *hidrolize uree*, odnosno *enzima ureaze*, *kompozitna gnojiva* koja se sporo razgrađuju u tlu kao što su *urea formaldehid* i dr.), zatim pojavom pametnih gnojiva (Slika 1.) koja kontrolirano otpuštaju hranjive i druge aktivne tvari, nanognojiva i bioformulirana gnojiva (mikrobni pripravci korisnih mikroorganizama) i druge nove tehnologije za poboljšane učinkovitosti gnojiva i to na održiv način. Korištenje gnojiva sa sporim i kontroliranim otpuštanjem povećava njihovu efikasnost jer se hranjive i aktivne tvari kontrolirano otpuštaju (npr. pri potrebnoj vlažnosti, promjeni pH, određenoj temperaturi tla i dr.) te se tako sprečava gubitak hraniva, solni stres, nagla promjena pH, pojava ožegotina lišća, kontaminacija podzemne i eutrofikacija površinskih voda i dr. Nano-gnojiva su gnojiva na bazi nano-čestica (promjera 1 - 100 nm) imaju veću efikasnost iskorištenja jer se teško pokretljiva hraniva mogu isporučiti lokalizirano u rizosferu, blizu korijena kada su potrebna, ili putem folijarnog prskanja. Mala veličina čestica nano-gnojiva, njihova velika specifična površina i reaktivnost povećavaju topljivost, difuziju i raspoloživost aktivne tvari često rezultiraju povećanim prinosom i veću efikasnost uz manje onečišćenje okoliša. Međutim, primjena nano agrokemikalija znatno poskupljuje biljnu proizvodnju zbog više cijene i lokalizirane primjene, uz potencijalnu opasnost zbog nedovoljne istraženosti i poznavanja štetnih efekata i nuspojava u različitim okolnostima, ne postojanju standardizacije i dr., a često i bez povećanja profitabilnosti proizvodnje.



Slika 1. Razlika između konvencionalnih i gnojiva s kontroliranim otpuštanjem hraniva

### Primjena umjetne inteligencije (AI) u biljnoj proizvodnji

Umjetna inteligencija (AI) sve se intenzivnije primjenjuje u poljoprivredi jer omogućuje brzu i točnu analizu stanja usjeva, raspoloživost hraniva, pojave bolesti i štetočina, vremenskih uvjeta, dobru prognozu porasta i dr., što omogućuje postizanje većih prinosa i proizvodnju kvalitetnije hrane. AI, također, pomaže u razumijevanju kvaliteta tla te kako ju održati ili popraviti, pomaže u izboru kultivara za određeni vremenski scenarij, potrebnoj količini siemena, dubini i gustoći sjetve (uključujući i sklop), nudi podatke o vremenskoj prognozi te predlaže najbolja rješenja za veću proizvodnju s manje resursa. Stoga, korištenjem umjetne inteligencije poljoprivrednici dobivaju napredni alat za upravljanje informacijama, odnosno unapređenje proizvodnje, postizanje većih prinosa i kvalitetnije hrane uz smanjenje negativnih učinaka na okoliš (Slika 2.).



Slika 2. Uloga AI u upravljanja poljoprivrednim informacijama

U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji produktivnost je postala ključan faktor, nažalost na štetu očuvanja okoliša, s tendencijom ubrzanog porasta količine informacija i sve većim zahtjevima za višom, ekonomičnijom i tehnološki naprednijom proizvodnjom. Nedavnom pojavom lako dostupnih AI alata u web preglednicima (npr. *ChatGPT* ili *Google Bard*) omogućena je proizvođačima brza i svestrana pomoć za povećanje produktivnosti kroz razumijevanje problema, planiranje agrotehnike, potrebe za zašti-



tom usjeva, odnosno olakšavanje svakodnevnih zadataka. Za očekivati je da će već sveprisutna primjena AI u suvremenoj ([pametnoj poljoprivredi i preciznoj gnojidbi](#)), uz njezin sve brži napredak, uskoro revolucionirati tehnologiju biljne i stočne proizvodnje. [Umjetna inteligencija već je značajno unaprijedila različite industrije, uključujući poljoprivredu](#) što je razumljivo jer tehnologije utemeljene na umjetnoj inteligenciji poljoprivrednicima omogućuju potpuni uvid u potrebe i analizu statusa svojih usjeva i stoke, što im olakšava maksimalnu produktivnost, smanjenje troškova zbog optimizacije gnojidbe i navodnjavanja, sprečavanja štete od bolesti i štetočina te analizu proizvodnje radi donošenja ispravnih odluka u proizvodnji.

### **Primjena AI u preciznoj poljoprivredi**

[Jedna od primarnih primjena umjetne inteligencije u optimizaciji gnojiva je precizna poljoprivreda](#) koja uključuje korištenje različitih tehnologija kao što su GPS, senzori, dronovi te uz analizu snimaka i prikupljenih podataka o usjevima, tlu i vremenskim uvjetima te donošenja ispravnih odluka o vremenu, dozi i načinu primjene gnojiva ili pesticida te poduzimanju potrebnih zahvata. [Precizna poljoprivreda, kao segment pametne poljoprivrede](#) osigurava [da se gnojidba na cijeloj proizvodnoj parceli obavi diferencirano, lokalizirano ili strip-till u trake prema analizi tla](#) i očekiva-

nom, realno mogućem prinosu čime se prinosi povećavaju, rizik po okoliš smanjuje, a profit raste. Precizna poljoprivreda koristi različite senzore za [daljinska i in situ](#) zapažanja (GPS, N-senzori, kamere, EM senzori i dr., [uključujući biosenzore](#)) koji podržani umjetnom inteligencijom mogu prikupljati i obrađivati podatke u stvarnom vremenu o razinama hranjivih tvari, sadržaju vlage i drugim parametrima tla i biljaka. AI pri obradi tih informacija uzima u obzir vremenske uvjete i druge varijable koje utječu na potrebu za gnojidbom ili zaštitom usjeva. [Upotrebom umjetne inteligencije i računalnog vida za analizu slika usjeva](#) (Slika 3.) poljoprivrednici mogu brzo identificirati probleme kao što su promjena boje lista ili uvenuće, što mogu biti rani znaci bolesti ili najezde štetnika i brzo donositi odluke o potrebnim zahvatima.



Slika 3. [Primjer korištenja AI u analizi zračnih slika usjeva za identifikaciju bolesti, štetočina i nedostataka hranjivih tvari u svrhu optimizacije gnojidbe i navodnjavanja.](#)

[Upotrebom umjetne inteligencije i računalnog vida za analizu slika usjeva](#) (Slika 3.) poljoprivrednici mogu brzo identificirati probleme kao što su promjena boje lista ili uvenuće, što mogu biti rani znaci bolesti ili najezde štetnika i brzo donositi odluke o potrebnim zahvatima.

### **Predviđanje razine dušika umjetnom inteligencijom**

Umjetna inteligencija omogućuje bolje predviđanje dinamike dušika u tlu što omogućuje izbjegavanje prekomjerne doze N i drugih gnojiva, odnosno štetu tlu i okolišu bez pada prinosa. [Najnoviji primjer dolazi iz Velike Britanije gdje su znanstvenici s Imperial Collegea u Londonu razvili novi alat za prediktivno testiranje mineralnog N u tlu](#) koji može pomoći u rješavanju prekomjerne (*luksuzne*) primjene dušika tako da predvide njegovu raspoloživu razinu ovisno o gnojidbi, kemijskim, fizikalnim i biološkim svojstvima tla i vremenskim uvjetima te podese gnojidbu specifičnim potrebama usjeva. [Predviđanje 12-dnevne razine raspoloživog N se temelji na matematičkom modelu koji interpretira podatke prikupljene jeftinim papirnatim senzorima iz tla](#). Razina mineralnog N u tlu dovoljno se precizno predviđa što omogućuje planiranje vremena i primjene gnojiva u potrebnoj dozi i postizanje većeg prinosa bez štete po tlo, okoliš, atmosferu i ljude. Naime klimatski utjecaj stakleničkog plina dušikovog oksida (N<sub>2</sub>O) 300 puta je snažniji od ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) koji doprinosi klimatskoj krizi, a N-gnojiva, osobito nitrati brzo i lako se mogu isprati iz tla kišom u vodene tokove.

### **Nova paradigma ishrane bilja**

Jasno je da primjena gnojiva snažno utječe na povećanje prinosa a zaštitnih sredstava na njegovo očuvanje, ali cijena koju plaćamo zbog štete nastale zbog gubitka hranjivih tvari u okolišu, kontaminacije vodnih resursa i utjecaja na ljudsko zdravlje je ogromna. Popis rizika po okoliš je zaista velik i zahtijeva brzu reakciju u vidu kontinuiranog i preciznog monitoringa, jer nastale štete u okolišu teško je i skupo popravljivo unutar jednog ljudskog vijeka. Rješenje je striktna primjena [nove paradigme ishrane bilja](#), odnosno umjerenija, mini-

malno potrebno korištenje agrokemikalija, a to se već sada može postići provođenjem redovne, obvezujuće i dakako strogo nadzirane analize tla i monitoringa uz ograničavanje upotrebe gnojiva, obavezno provodnje kondicioniranja tla kao što je kalcijacija, održavanje zatečenog statusa humusa u tlu i kad je on prenizak provođenje mjera za povećanje njegovo povećanje (npr. uzgoj siderata, zaoravanje a ne spaljivanje žetvenih ostataka, primjena organskih gnojiva, postrnih i međusjeva i dr.).



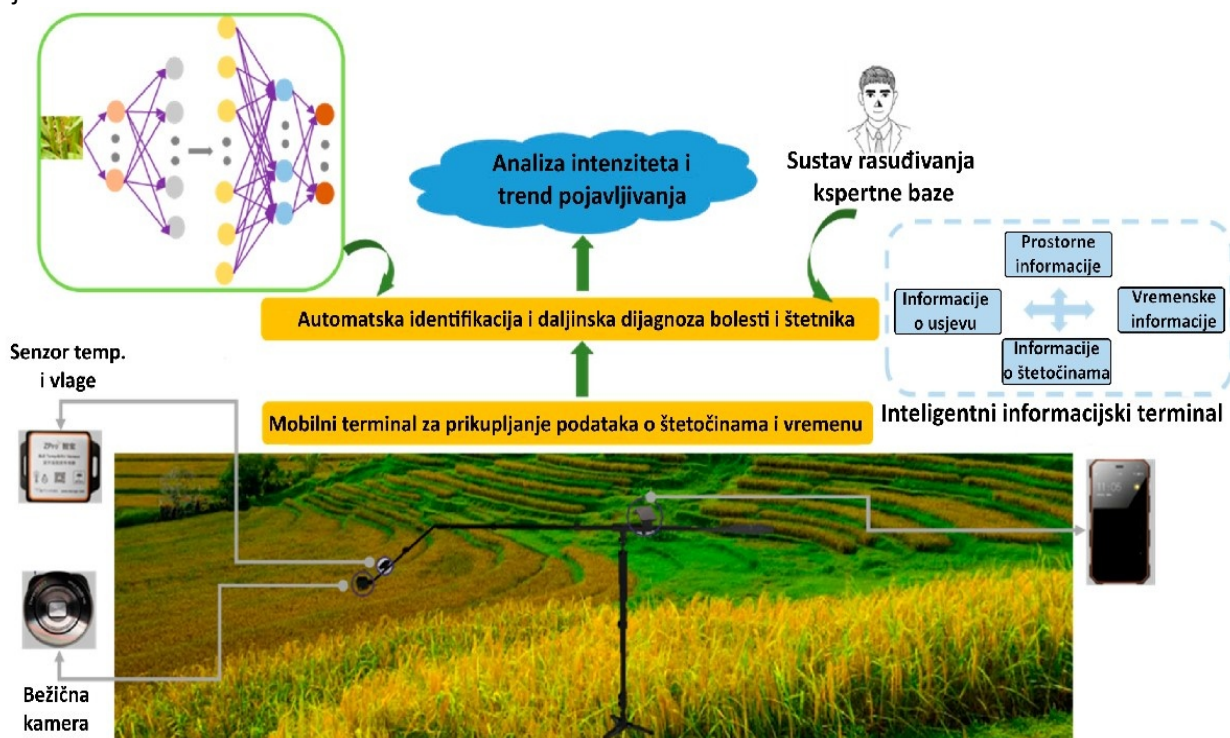
Slika 4. Ciljevi odgovorne ishrane bilje i potrebne radnje

Nova paradigma ishrane bilja uključuje pet glavnih ciljeva koji se mogu ostvariti primjenom šest kompleksnih postupaka (Slika 4.) koji su usmjereni na: (1) održivu praksu primjene biljnih hraniva, (2) digitalna rješenja u ishrani usjeva, (3) recikliranju i obnovi hranjivih tvari te održanju plodnosti tla, (4) uzgoju hranjivijih usjeva, (5) korištenju novih vrsta klimatski pametna gnojiva i (6) ubrzanju primjeni novih saznanja i inovacija za postizanje veće produktivnosti na zdravom tlu.

Danas se umjesto plodnosti u znanstveno-stručnoj sredini sve češće se primjenjuje izraz pogodnost tla, a u proizvođačkom miljeu zdravlje tla, koje je neophodno za visoku produktivnost poljoprivrednih i prirodnih ekoloških sustava, kao i održivo korištenje zemljišnih resursa sada i u budućnosti. Zdravlje tla se ne može odrediti mjerenjem samo prinosa usjeva, količinom raspoloživih hraniva u tlu ili bilo kojeg drugog pojedinačnog atributa tla, niti se može izravno mjeriti te se stoga procjenjuju pokazateljima (indikatorima zdravlja) pa buduća istraživanja moraju rješavati konkretne probleme povezujući znanstvena dostignuća s praktičnim inovacijama u agrotehnologiji.

### Zaštita usjeva

Bolesti, štetočine i korovi veliki su neprijatelji usjeva tijekom čitave vegetacije što može uzrokovati veliki pad prinosa, a njihova identifikacija pomoću slika ili temeljem tekstualnog opisa često dovodi do pogrešaka. Takvim pristupom teško je točno i pravovremeno primijeniti pesticide, što rezultira velikim smanjenjem proizvodnje usjeva te je umjetna inteligencija izuzetno važna, osobito u nedostatku stručnjaka iz područja zaštite bilja.



Slika 5. Shema inteligentnog sustava praćenja zaštite bilja

Sustavi utemeljeni na AI omogućuju dobivanje brzih i točnih informacija o pojavi i identifikaciji bolesti, najezdi štetočina i pojavi korova te temeljem prikupljenih podataka predlažu optimalno vrijeme, dozu i način primjene potrebnih preparata za zaštitu usjeva (Slika 5.). [AI sustav za zaštitu usjeva, prikazan na gornjoj slici kreiran je i istražen u Kini na 500 lokacija](#) i pokazao da je identifikacija bolesti i štetnika usjeva jednostavna, točna i učinkovita, tako da svaki poljoprivrednik može imati stručnjaka za zaštitu bilja sa sobom. Za probu, premda nisam stručnjak za zaštitu bilja, pitao sam ChatGPT čime da tretiram pšenicu zbog pojave žute hrđe, koji preparat (od ponuđenih 12) se može kupiti u RH i kojom dozom, a odgovor sam dobi nakon nekoliko sekundi.

## **Ograničenja umjetne inteligencije**

[Umjetna inteligencija i računalni vid zasigurno će unaprijediti tehnologiju poljoprivredne proizvodnje i povećati prinose usjeve, ali i mnoga ograničenja moraju se uzeti u obzir](#). Trenutno ne postoje jednostavna i brza rješenja uključivanja AI u poljoprivrednu proizvodnju jer većina poljoprivrednika nema potrebno znanje i digitalne vještine za samostalnu primjenu umjetne inteligencije pa će se ona morati integrirati u već postojeću i naslijeđenu infrastrukturu i sustave koje poljoprivrednici trenutno koriste. Također, većina malih poljoprivrednika nema dovoljno stručnog znanja pa i nisu svjesni postojanja naprednih tehnologija, niti mehanizacija koju posjeduju ne podržava mnoga AI rješenja. Zbog toga se očekuje da će postupnim podizanjem razine znanja poljoprivrednika, kao i uključivanjem suvremene tehnologije poljoprivrede postati naprednija uz pomoć umjetna inteligencija, ali nikako brzo kako to mnogi očekuju.

Sustavi umjetne inteligencije zahtijevaju veliku količinu podataka o kemijskim, fizikalnim, biološkim, orografskim i drugim podacima o tlu, klimi i vremenu i uzgajanim biljkama, a lokalni i specifični podaci za usjeve mogu se dobiti samo jednom godišnje tijekom vegetacije (od sjetve do žetve). Zatim, podatkovna infrastruktura, [npr. opsežne baze podataka o tlu, biljkama i klimi](#) u većini manje razvijenih država uglavnom su skromne i/ili nepotpune, internetska i informatička oprema poljoprivrednika je najčešće slaba, nepotpuna ili zastarjela i treba će još puno istraživanja, ulaganja i vremena da se AI može svakodnevno i u svim problematičnim situacijama koristiti. Jedan od glavnih izazova je visoka cijena suvremene agromehanizacije što može biti nepremostiva prepreka za male poljoprivredne proizvođače. Također, potrebno je riješiti pitanje privatnosti jer npr. upotreba bespilotnih letjelica i satelitskih snimaka za prikupljanje podataka o zdravlju i rastu usjeva (što je npr. funkcija AGRONET-a u RH koji može pod određenim uvjetima dijeliti osobne podatke proizvođača, npr. čl.16/7 i čl. 180.) [može se nedopušteno koristiti za praćenje aktivnosti, ali i osobnih informacija o poljoprivredniku](#).

Poljoprivreda je gospodarska grana koja je izložena rizicima proizvodnje pod vedrim nebom pa latinsku poslovicu na mojoj uvodnoj osobnoj web stranici <https://tlo-i-biljka.eu> *Ut sementem feceris ita metes (Kako si ješ tako ćeš i žeti)* treba shvatiti uvjetno. Naime, kad se nad usjeve nadviju klimatski ekscesi (suša, poplava, tuča i dr.) ili kad se dogodi globalna pandemija, poremećaj cijena na globalnom tržištu, ekonomska kriza uz nemogućnost plasmana proizvoda, rat ili neka druga krizna i neizvjesna vremena, odjednom nastaju problemi.

[Shvaćamo da umjetna inteligencija potencijalno može promijeniti poljoprivredu, omogućiti postizanje viših prinosa, smanjiti onečišćenje okoliša itd.](#), ali to nije tehnologija koja je rješenje za sve probleme i ne funkcionira neovisno, npr. kao što rade autonomni roboti [te se AI mora integrirati u postojeće tehnologije i znanje poljoprivrednika koji općenito sporo prihvaćaju nove tehnologije, manje zbog nedostatka znanja, a više jer ne shvaćaju praktičnu primjenu AI alata](#). Osim toga [postoji i više rizika i scenarija za koje nije izvjesno da će se dogoditi masovnom primjenom AI \(npr. porast nezaposlenih, iskorištavanje i nadzor, pristranost, ekonomska ovisnost i dr.\)](#).

Osijek, 1. lipnja 2023. god.